

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

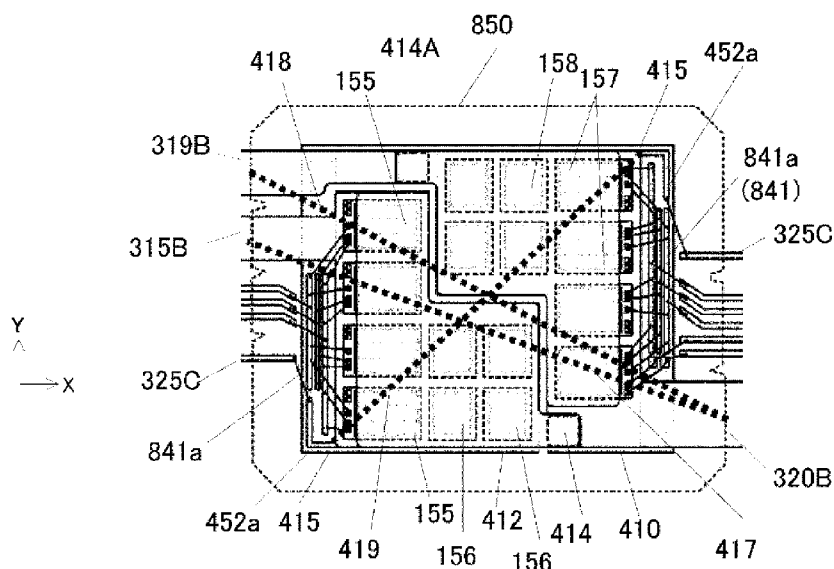
WO 2020/008874 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01)
H01L 25/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024210
- (22) 国際出願日: 2019年6月19日(19.06.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-128571 2018年7月5日(05.07.2018) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 露野 円丈 (TSUYUNO Nobutake); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 平尾 高志(HIRAO Takashi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 松下 晃(MATSUSHITA Akira); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二 (TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: POWER MODULE

(54) 発明の名称: パワーモジュール

【図10】



(57) Abstract: The present invention improves the accuracy of detecting collector-sense voltage. A power module 300 comprises a first conductor 410 and second conductor 411 to which a plurality of active elements 317, 315 constituting upper and lower arm circuits are connected. Also comprised are: an AC side terminal 320B which protrudes from one side 301a; a positive side terminal 315B and negative side terminal 319B which protrude from another side 301b; an intermediate electrode part 414 which connects the first conductor 410 to the second conductor 411; and collector-sense

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

wiring 452a which connects collector electrodes of active elements 157 to the first conductor 410 via a sense connection part 415. The intermediate electrode part 414 is disposed so as to be close to the active element 157 closest to the AC side terminal 320B, and the sense connection part 415 is disposed so as to be close to the active element 157 farthest from the AC side terminal 320B.

(57) 要約: コレクタセンスによる電圧の検知精度を向上する。パワーモジュール300は、上・下アーム回路を構成する複数個の能動素子317、315が接続された第1導体410および第2導体411を有する。また、一辺301aから突出する交流側端子320Bと、他辺301bから突出する正極側端子315Bおよび負極側端子319Bと、第1導体410と第2導体411とを接続する中間電極部414と、能動素子157のコレクタ電極と第1導体410とをセンス接続部415を介して接続されるコレクタセンス配線452aとを有する。中間電極部414は交流側端子320Bに最も近い能動素子157の近くに配置され、センス接続部415は交流側端子320Bから最も遠い能動素子157の近くに配置されている。

明 細 書

発明の名称： パワーモジュール

技術分野

[0001] 本発明はパワーモジュールに関する。

背景技術

[0002] パワー半導体素子のスイッチングによる電力変換装置は、変換効率が高いため、民生用、車載用、鉄道用、変電設備等に幅広く利用されている。このパワー半導体素子は通電により発熱するため、高い放熱性が求められる。電力変換装置を構成するパワーモジュールとして、ＩＧＢＴ（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）とダイオードとを一对の金属板で挟んでモールド樹脂により封止する構造を有するものがある。ＩＧＢＴやダイオードに接続される端子は、モールド樹脂から露出されており、ＩＧＢＴとダイオードとは、上アーム回路または下アーム回路の一方を構成する。上アーム回路または下アーム回路の一方を有する２in１構造のパワーモジュールにおいて、コレクタリードおよびコレクタセンスが金属板と一体に形成された構造が知られている。（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００７－７３７４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１には、上・下アーム回路が一体化された２in１構造のパワーモジュールにおけるコレクタセンスの接続に関する記載は無い。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様によるパワーモジュールは、平面視で多辺形状のモジュール本体を有するパワーモジュールであって、上・下アーム回路の一方を構成する複数個の第１能動素子と、上・下アーム回路の他方を構成する複数個の

第2能動素子と、前記複数個の各第1能動素子のコレクタ電極が接続される第1導体と、前記複数個の第2能動素子のエミッタ電極が接続される第2導体と、前記モジュール本体の一辺から突出する正極側端子および負極側端子と、前記モジュール本体の前記一辺とは異なる他辺から突出する交流側端子と、前記第1導体と前記第2導体とを接続する中間電極部と、第1センス接続部を有し、前記第1能動素子の前記コレクタ電極と前記第1導体とを前記第1センス接続部を介して接続する第1コレクタセンス配線とを備え、前記中間電極部は、前記複数個の第1能動素子のうち、前記交流側端子に最も近い前記第1能動素子の近くに配置され、前記第1センス接続部は、前記複数個の第1能動素子のうち、前記交流側端子から最も遠い前記第1能動素子の近くに配置されている。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、コレクタセンスによる電圧の検知精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本発明によるパワーモジュールの一実施形態の外観斜視図。

[図2]図2は、図1に示すパワーモジュールのⅠⅠ-ⅠⅠ線断面図。

[図3]図3は、図1に示すパワーモジュールの回路の一例を示す回路図。

[図4]図4(a)～図4(c)は、図1に示すパワーモジュールの製造方法を説明するための各工程における断面図。

[図5]図5(a)～図5(b)は、図4(a)～図4(c)に続くパワーモジュールの製造方法を説明するための各工程における断面図。

[図6]図6(a)～図6(c)は、それぞれ、図4(a)～図4(c)に対応する工程の斜視図。

[図7]図7(a)～図7(b)は、それぞれ、図5(a)～図5(b)に対応する工程の斜視図。

[図8]図8(a)は、封止前モジュール構成体を金型内に設置して樹脂モールドを行う工程の断面図、図8(b)は、図8(a)の領域VⅠⅠⅠbの拡大

図。

[図9]図9 (a) は、本発明によるパワーモジュールにおける電流の流れを示す平面図、図9 (b) は、図9 (a) のⅠXb-ⅠXb線断面図。

[図10]図10は、本発明によるパワーモジュールにおけるパワー端子とセンス接続部との配置関係を示す平面図。

[図11]図11 (a) は、本発明によるパワーモジュールにおける能動素子配置領域と、センス接続部および交流側電極の位置関係を示す平面図、図11 (b) は、本発明によるパワーモジュールの断面図。

[図12]図12は、図10に示す本発明のパワーモジュールとの対比として示す比較例のパワーモジュールの平面図。

[図13]図13は、本発明によるパワーモジュールを用いた電力変換装置の回路図。

[図14]図14は、図13に示す電力変換装置の一例を示す外観斜視図。

[図15]図15は、図14に示す電力変換装置のXV-XV線断面図。

[図16]図16は、図15に図示された冷却流路付きパワーモジュールを示し、図16 (a) は上方側からみた斜視図、図16 (b) は、下方側からみた斜視図。

[図17]図17は、図16 (a) のXVⅠⅠ-XVⅠⅠ線断面図。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の記載および図面は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。本発明は、他の種々の形態でも実施する事が可能である。特に限定しない限り、各構成要素は単数でも複数でも構わない。

図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

[0009] 図1は、本発明による流量センサの一実施形態の上面側からみた平面図であり、図2は、図1に示す流量センサを裏面側からみた平面図であり、図3は、図1に示す流量センサのⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線断面図であり、図4は図1に示す流量センサのⅠⅤ－ⅠⅤ線断面図である。

なお、以下の説明において、X方向、Y方向、Z方向は図示の通りとする。

図1は、本発明によるパワーモジュールの一実施形態の外観斜視である。

パワーモジュール300は、樹脂850により内部の電子部品を封止した樹脂パッケージであるパワーモジュール本体301、フィンベース800および大電流を入出力する複数のパワー端子、信号を入出力する複数の信号端子を備えている。パワーモジュール本体301は、ほぼ直方体形状、換言すれば、最も面積が大きい主面302を垂直方向からみた平面視でほぼ矩形形状を有する。複数のパワー端子および複数の信号端子は、パワーモジュール本体301の長さ方向（X方向）の一辺301a、およびこの一辺に対向する他辺301bから突出している。パワーモジュール本体301の主面302およびこの主面302の対向面である裏面303それぞれに、多数のフィンを有するフィンベース800が設けられている。各フィンベース800の外周縁には、環状の溝802が形成されている。

[0010] パワーモジュール本体301の他辺301bからは、正極側端子315Bおよび負極側端子319B等のパワー端子が突出している。パワーモジュール本体301の一辺301aからは、パワー端子として、交流側端子320Bが突出している。

パワーモジュール本体301の他辺301bからは、下アームゲート端子325L、ミラーエミッタ信号端子325M、ケルビンエミッタ信号端子325K、コレクタセンス信号端子325C等の信号端子が突出している。パワーモジュール本体301の一辺301aからは、上アームゲート端子325U、温度センス信号端子325S、ミラーエミッタ信号端子325M、ケルビンエミッタ信号端子325K、コレクタセンス信号端子325C等の信

号端子等が突出している。

[0011] ケルビンエミッタ信号端子 3 2 5 K からの信号は、ゲート信号の基準を示す。コレクタセンス信号端子 3 2 5 C からの信号は短絡保護に用いられる。後述するように、パワーモジュール 3 0 0 は上・下アーム回路を有しており、短絡の保護は、上・下アーム回路のいずれかが短絡した場合、短絡していない側のアーム回路をオープンにして、電流を遮断状態にすることによりなされる。短絡保護の検出に各アーム回路のコレクタセンスと共にミラーエミッタも利用することができる。複数の検知を併用することで冗長性を持たせることができる。温度センス信号端子 3 2 5 S からの信号は、後述する能動素子の温度をモニタすることに用いられ、能動素子の温度が所定の温度より高くなる場合には、温度上昇を抑制し、能動素子を保護するために使用される。

本明細書において、複数のパワー端子、信号を入出力する複数の信号端子は、正極側端子 3 1 5 B および負極側端子 3 1 9 B と、交流側端子 3 2 0 B とを含むパワー端子を含む。また、ミラーエミッタ信号端子 3 2 5 M、ケルビンエミッタ信号端子 3 2 5 K、コレクタセンス信号端子 3 2 5 C 等の信号端子も含む。

[0012] 図 1 に図示されているように、パワー端子である正極側端子 3 1 5 B および負極側端子 3 1 9 B と、交流側端子 3 2 0 B とは、パワーモジュール本体 3 0 1 の他辺 3 0 1 b と一辺 3 0 1 a とに相対向して設けられている。しかも、正極側端子 3 1 5 B、負極側端子 3 1 9 B と、交流側端子 3 2 0 B とは、対角線上に配置されている。

また、パワーモジュール本体 3 0 1 の一辺 3 0 1 a から突出するコレクタセンス信号端子 3 2 5 C と、交流側端子 3 2 0 B とは、一辺 3 0 1 a の一端近傍とその反対側の他端近傍とに離間されて配置されている。パワーモジュール本体 3 0 1 の他辺 3 0 1 b から突出する、コレクタセンス信号端子 3 2 5 C と、正極側端子 3 1 5 B および負極側端子 3 1 9 B とは、他辺 3 0 1 b の一端近傍とその反対側の他端近傍とに離間されて配置されている。従って

、パワーモジュール本体 301 の一辺 301 a から突出するコレクタセンス信号端子 325 C とパワーモジュール本体 301 の他辺 301 b から突出するコレクタセンス信号端子 325 C とは、矩形形状を為すパワーモジュール本体 301 のもう一つの対角線上に配置されている。

[0013] 複数のパワー端子および複数の信号端子は、長さ方向（X 方向）から高さ方向（Z 方向）に向け、垂直に屈曲され、同一方向に向けて延出されている。複数の信号端子を同一方向に向けることで、制御回路やドライバ回路への接続が容易となる。また、制御端子を、パワーモジュール本体 301 の一辺 301 a と他辺 301 b との二辺に分けて突出するため、端子間の沿面距離や空間距離を確保している。

[0014] 正極側端子 315 B と負極側端子 319 B とは、パワーモジュール本体 301 の他辺 301 b 側に Y 方向に隣接して配置されている。また、正極側端子 315 B と負極側端子 319 B とは L 字形状に屈折された小さい面積である側面を対向して配列されており、入出力の電流を近接させると共にインダクタンスを低減する効果を得ている。また、直流端子である正極側端子 315 B と負極側端子 319 B とはバッテリーに連結したコンデンサモジュール 500（図 13 参照）に接続するため、共に同一の他辺 301 b 側から突出することで、インバータレイアウトを簡略化できる効果がある。交流側端子 320 B は、直流側端子が突出する面とは対向する対面から突出している。交流側端子 320 B は、電流センサ 180（図 13 参照）に接続した後、インバータから出力し、モータジェネレータ 192、194（図 13 参照）に接続される。このため、コンデンサモジュール 500 と接続する直流端子とは別方向に突出させることで、インバータレイアウトが簡略化できる効果がある。

[0015] 図 2 は、図 1 に示すパワーモジュールの I-I' 線断面図であり、図 3 は、図 1 に示すパワーモジュールの回路の一例を示す回路図である。

パワーモジュール 300 は、能動素子 155 とダイオード 156 とからなるスイッチング素子を有する上アーム回路と、能動素子 157 とダイオード

158とからなるスイッチング素子を有する下アーム回路を備えている。能動素子155、157として、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 等のトランジスタが用いられる。ダイオード156、158として、SBD (Schottky Diode)、FRD (Fast Recovery Diode) 等が用いられる。図3に図示されるように、正極側端子315Bは、第3導体412に接続される。上アーム回路のスイッチング素子を構成する能動素子155のコレクタ電極とダイオード156のカソード電極は、第3導体412により電氣的に接続される。能動素子155のエミッタ電極とダイオード156のアノード電極は、第2導体411により電氣的に接続される。

[0016] 負極側端子319Bは第4導体413に電氣的に接続される。下アーム回路のスイッチング素子を構成する能動素子157のエミッタ電極とダイオード158のアノード電極は、第4導体413により電氣的に接続される。能動素子157のコレクタ電極とダイオード158のカソード電極は、第1導体410により電氣的に接続される。第1導体410と第2導体411は、中間電極部414を介して電氣的に接続される。交流側端子320Bは、第1導体410に電氣的に接続される。ケルビンエミッタ信号端子325Kは、上アーム回路および下アーム回路それぞれの、エミッタ電極およびコレクタ電極に接続される。上アーム回路のコレクタセンス信号端子325Cは、第3導体412に電氣的に接続され、下アーム回路のコレクタセンス信号端子325Cは、第1導体410に接続される。

[0017] 一つの能動素子155は、たとえば図9から明らかなように、複数個の能動素子155を備えて構成されている。図2に示されるように、複数個の能動素子155のコレクタ電極、複数個のダイオード156のアノード電極は、はんだ、焼結金属等の金属接合部材51を介して、第3導体412に接合されている。複数個の能動素子155のエミッタ電極、複数個のダイオード156のカソード電極は、はんだ、焼結金属等の金属接合部材51を介して、第2導体411に接合されている。複数個の能動素子157のコレクタ電

極、複数個のダイオード１５８のアノード電極（図２には図示せず）は、はんだ、焼結金属等の金属接合部材５１を介して、第１導体４１０に接合されている。複数個の能動素子１５７のエミッタ電極、複数個のダイオード１５８のカソード電極（図２には図示せず）は、はんだ、焼結金属等の金属接合部材５１により、第４導体４１３に接合されている。第１導体４１０は、第２導体４１１に一体的に形成された中間電極部４１４（図６（ａ）も参照）に金属接合部材５１により接合されている。これにより、第１導体４１０と第２導体４１１とは、電氣的に接続されている。なお、能動素子１５５、１５７は、下面全面がコレクタ電極であり、ダイオード１５６、１５８は、下面全面がアノード電極、上面のアクティブエリアがカソード電極となっている。

[0018] 第１～第４導体４１０～４１３は、銅やアルミニウムにより形成されるが、電気伝導性が高い材料であれば、他の材料でもよい。第１導体４１０および第３導体４１２の下方（－Ｚ方向）にはコレクタ側配線板４２３が配置されている。コレクタ側配線板４２３は、はんだ、焼結金属等の金属接合部材５１により、第１導体４１０および第３導体４１２に接合されている。コレクタ側配線板４２３は、セラミック等の絶縁板４５１の表裏面に、銅やアルミニウムからなる配線４５２が形成されて構成されている。第１導体４１０および第３導体４１２は、金属接合部材５１により配線４５２に接合されている。金属接合される導体や配線には、接合強度を増大するために、めっきを施したり、微細な凹凸を設けたりしてもよい。各能動素子１５５、１５７の各電極は、ワイヤ８４０によりコレクタ側配線板４２３に形成された配線に接続されている。各能動素子１５５、１５７の各電極と配線との接続については、後述する。

[0019] 第２導体４１１および第４導体４１３の上方（Ｚ方向）にはエミッタ側配線板４２２が配置されている。エミッタ側配線板４２２は、はんだ、焼結金属等の金属接合部材５１により、第２導体４１１および第４導体４１３に接合されている。エミッタ側配線板４２２は、セラミック等の絶縁板４５３の

表裏面に、銅やアルミニウムからなる配線４５４が形成されて構成されている。第２導体４１１および第４導体４１３は、金属接合部材５１によりエミッタ側配線板４２２に形成された配線４５４に接合されている。

[0020] コレクタ側配線板４２３の下面およびエミッタ側配線板４２２の上面には、それぞれ、フィンベース８００が接合されている。コレクタ側配線板４２３またはエミッタ側配線板４２２とフィンベース８００とは、はんだ、焼結金属等の金属接合部材５１により接合される。

上下のフィンベース８００の間は、樹脂８５０により封止されている。樹脂８５０は、例えば、トランスファーモールドにより形成される。

[0021] 図４（ａ）～図４（ｃ）は、図１に示すパワーモジュールの製造方法を説明するための各工程における断面図であり、図５（ａ）～図５（ｂ）は、図４（ａ）～図４（ｃ）に続くパワーモジュールの製造方法を説明するための各工程における断面図である。また、図６（ａ）～図６（ｃ）は、それぞれ、図４（ａ）～図４（ｃ）に対応する工程の斜視図であり、図７（ａ）～図７（ｂ）は、それぞれ、図５（ａ）～図５（ｂ）に対応する工程の斜視図である。

図４（ａ）～図４（ｃ）、図５（ａ）～図５（ｂ）、図６（ａ）～図６（ｃ）および図７（ａ）～図７（ｂ）を参照して、図１に示すパワーモジュール３００の製造方法を説明する。

[0022] 図４（ａ）、図６（ａ）に図示されるように、第３導体４１２に、複数の能動素子１５５のコレクタ電極および複数のダイオード１５６のカソード電極を金属接合部材５１により接合する。同様に、第１導体４１０に、複数の能動素子１５７のコレクタ電極および複数のダイオード１５８のカソード電極を金属接合部材５１により接合する。

また、第２導体４１１に、複数の能動素子１５５の上面および複数のダイオード１５６のアノード電極を金属接合部材５１により接合する。同様に、第４導体４１３に、複数の能動素子１５５の上面および複数のダイオード１５６のアノード電極を金属接合部材５１により接合する。

[0023] 図9等に図示されるように、第3導体412と第2導体411との間には、複数個（実施例では4個として例示）の能動素子155およびダイオード156が配置される。同様に、第1導体410と第4導体413との間には、複数個（実施例では4個）の能動素子157およびダイオード158が配置される。上アーム回路および下アーム回路を、複数個の能動素子155、157およびダイオード156、158により構成することで、モータ等の負荷に大電流を供給することができる。

[0024] なお、図4（a）～（c）、図5（a）、（b）に示すように、第1導体410には、この第1導体410よりも厚さが薄い交流側端子320Bが一体に形成されている。交流側端子320Bは、能動素子157、ダイオード158が接合される上面が第1導体410の上面と面一であり、その下面側が第1導体410の下面から凹む（図ではZ方向上方に位置する）段差を有している。また、正極側端子315Bは第3導体412に一体的に形成されており、負極側端子319Bは第4導体413に形成された中間電極414A（図6、図9参照）に、例えば、金属接合部材により接合されている。

[0025] 次に、図4（b）、図6（b）に図示されるように、第1導体410および第3導体412の下面に金属接合部材51によりコレクタ側配線板423を接合し、各能動素子155、157の各電極を、コレクタ側配線板423の配線452にワイヤ840により電氣的に接続する。また、各配線452と、図1に図示されるすべての信号端子とをワイヤ841により接続する。図4（b）、図6（b）では、ワイヤ840、841は1本のみ図示するが、図9（a）に図示されるように、ワイヤ840、841はそれぞれ、複数本設けられている。図6（b）に図示されるように、配線452には、コレクタセンス配線452aが含まれており、このコレクタセンス配線452aは、コレクタセンス信号端子325Cにワイヤ841aにより接続される。

[0026] 次に、図4（c）、図6（c）に図示されるように、第2導体411および第4導体413の上面に金属接合部材51によりエミッタ側配線板422の下側（－Z方向側）の配線454を接合する。

図４（ｃ）、図６（ｃ）に図示されたパワーモジュール構成体を、封止前モジュール構成体３０４とする。

[0027] 本実施形態では、コレクタ側導体である第１導体４１０および第３導体４１２と、コレクタ側配線板４２３とが別体とされた構造を有する。コレクタ側配線板４２３の配線４５２の厚さは薄い、第１導体４１０および第３導体４１２の厚さは厚い為、平面方向に熱を拡散することができる。コレクタ側配線板４２３の配線４５２の厚さを薄くすることでコレクタ側配線板４２３を安価にすることができ、また、配線４５２の厚さが薄いため、配線のパターンを微細化することが可能となり、コレクタ側配線板４２３の面積が縮小され小型化が可能となる。

[0028] エミッタ側についても同様であり、エミッタ側導体である第２導体４１１および第４導体４１３と、エミッタ側配線板４２２とが別体とされており、これにより、第２導体４１１と第４導体４１３により、平面方向に熱を拡散することができ、また、エミッタ側配線板４２２を安価、かつ、小型化とすることが可能となる。

[0029] 次に、図５（ａ）、図７（ａ）に図示されるように、コレクタ側配線板４２３の下面およびエミッタ側配線板４２２の上面に、それぞれ、フィンベース８００を、金属接合部材５１により接合する。フィンベース８００は、例えば、アルミニウムにより形成されている。コレクタ側配線板４２３の配線４５２およびエミッタ側配線板４２２の配線４５４を銅で形成すると、アルミニウムと銅の熱膨張差でフィンベース８００に反りが生じる。しかし、本実施形態では、第１導体４１０と第３導体４１２に接合されたコレクタ側配線板４２３、および第２導体４１１と第４導体４１３に接合されたエミッタ側配線板４２２に、それぞれ、フィンベース８００を金属接合部材５１により接合する。このため、フィンベース８００を接合する際の反りを低減することができる。従って、フィンベース８００の接合工程を、加圧接合するプロセスでなく、低加圧または無加圧の接合プロセスとすることが可能となる。これにより、生産設備の低コスト化を図ることができる。

なお、フィンベース８００の接合面にはニッケルめっきを施してもよい。

また、コレクタ側配線板４２３やエミッタ側配線板４２２を、予め、フィンベース８００に金属接合部材５１等により接合しておいてもよい。

[0030] 次に、図５（ｂ）、図７（ｂ）に図示されるように、上下一対のフィンベース８００間に設けられた封止前モジュール構成体３０４を樹脂８５０により封止する。樹脂８５０による封止は、例えば、トランスファーマールド等の樹脂モールドにより行う。樹脂モールドの前に、封止前モジュール構成体３０４に樹脂薄膜を被覆しておいてもよい。

[0031] 図８（ａ）は、封止前モジュール構成体を金型内に設置して樹脂モールドを行う工程の断面図である。

図８（ａ）に図示されるように、封止前モジュール構成体３０４を、この封止前モジュール構成体３０４の上下面にフィンベース８００が接合された状態で、下型８５２ａおよび上型８５２ｂにより構成される金型８５２のキャビティ内に設置する。各フィンベース８００には、外周縁に溝８０２が形成されており、溝８０２より外周側の部分である外周部８０６を、下型８５２ａの段部８５５ａまたは上型８５２ｂの段部８５５ｂに当接する。

[0032] 図８（ｂ）は、図８（ａ）の領域ⅤⅠⅠⅠｂの拡大図である。但し、図８（ｂ）では、コレクタ側配線板４２３は図示を省略してある。

上下のフィンベース８００の外周部８０６下面間の長さは、下型８５２ａの段部８５５ａと上型８５２ｂの段部８５５ｂ間の長さよりも大きい。また、下型８５２ａの底部内面から段部８５５ａの上面までの長さは、フィンベース８００の下面からフィンベース８００の外周部８０６の下面までの長さよりも大きい。このため、金型８５２を型締めすると、フィンベース８００は、外周部８０６が段部８５５ａの上面に押し付けられ、溝８０２で屈曲される。これにより、一对のフィンベース８００間に配置された封止前モジュール構成体３０４の周囲に注入された樹脂材８５０Ｓが、フィンベース８００の外周部８０６と段部８５５ａの当接部からフィンベース８００側に漏出することはない。

[0033] 一対のフィンベース800が接合された封止前モジュール構成体304を、金型852により強力にクランプすると、能動素子155、157等に過度の応力が生じる。しかし、フィンベース800に溝802を設けており、フィンベース800は溝802において小さい荷重で屈曲する構成としているので、能動素子155、157等に作用する応力を緩和することができる。

[0034] また、金型852内には、ばね機構854が設けられている。ばね機構854は、第1～第4導体410～413やコレクタ側・エミッタ側配線板422、423を介して能動素子155、157等に作用する引き剥しを防止する機能を有する。つまり、金型852のキャビティ内に設置された封止前モジュール構成体304の周囲に充填される樹脂材850Sにより、上下のフィンベース800に、このフィンベース800間の空間を広げる圧力が作用する。このため、能動素子155、157等に、第1～第4導体410～413やコレクタ側・エミッタ側配線板423、422を介して引き剥がし力が作用する。ばね機構854による封止前モジュール構成体304への加圧力を、上下の金型852a、852bの型締力により生じる封止前モジュール構成体304への加圧力よりも大きくすることで、能動素子155、157等に作用する引き剥し力を打ち消すことができる。

能動素子155、157等は、加圧力には強いが、引き剥がし力には弱く、破壊や故障の要因となる。ばね機構854による封止前モジュール構成体304への加圧力を、樹脂材850Sの圧力により生じる引き剥がし力よりも大きくすることで、樹脂モールド時の能動素子155、157等の破壊や故障を防止することができる。

[0035] なお、図示はしないが、第1～第4導体410～413、パワー端子、信号端子のパッケージ化は、樹脂モールド工程までは、第1～第4導体410～413、パワー端子および信号端子がタイバーにより連結された状態で行われる。樹脂モールド後に、タイバーをカットし、パワー端子、信号端子を所定の形状に加工することで、図1に図示されるパワーモジュール300を

得ることができる。

[0036] 図9(a)は、本発明によるパワーモジュールにおける電流の流れを示す平面図である。

本実施形態のパワーモジュール300は、図3にも示されるように、上アーム回路と下アーム回路が一体化された2in1構造とされている。

図9(a)では、フィンベース800、樹脂850、エミッタ側配線板422を非表示とし、エミッタ側導体である第2導体411、第4導体413を半透過で示し、樹脂850の外形を破線で示している。また、能動素子155、157を経由する電流の流れを矢印で示している。電流のうち、コレクタ側を流れる電流は実線で示し、エミッタ側を流れる電流は破線で示している。

コンデンサモジュール500(図13参照)の正極と連結されるパワー端子である正極側端子315Bには、電流がコンデンサ側から集中的に入る。正極側端子315Bから入った電流は、上アーム回路のコレクタ側導体である第3導体412を経由して、複数個の能動素子155の各コレクタ電極に分岐して入る。各能動素子155のコレクタ電極に入った電流は、各能動素子155のエミッタ電極から出力され、上アーム回路のエミッタ側導体である第2導体411を経由して中間電極部414に流れ、この中間電極部414に集中する。

[0037] 中間電極部414に集中した電流は、下アーム回路のコレクタ側導体である第1導体410に流れる。第1導体410からは、電流は2つの電流路に分岐される。1つは、パワー端子である交流側電極406に流れる電流路であり、もう1つは、複数個の能動素子157に分岐される電流路である。なお、交流側電極406は、交流側端子320Bに接続される樹脂850の内側の領域である。交流電流は、交流側電極406および交流側端子320Bを経由して、モータジェネレータ192、194(図13参照)に供給される。

中間電極部414に集中した電流は、中間電極部414から第1導体41

0を経由して下アーム回路を構成する複数の能動素子157の各コレクタ電極に分岐して入る。各能動素子157のコレクタ電極に入った電流は、各能動素子157のエミッタ電極から出力され、下アーム回路のエミッタ側導体である第4導体413および中間電極414Aを経由してパワー端子である負極側端子319Bに再び集中する。

[0038] つまり、コンデンサモジュール500側からパワーモジュール300に流れる電流は、中間電極部414、パワー端子である正極側端子315B、負極側端子319B、交流側端子320Bに集中的に流れる。このため、上アーム回路の複数個の能動素子155と下アーム回路の複数個の能動素子157のうち、正極側端子315B、負極側端子319B、交流側端子320Bおよび中間電極部414に近い能動素子155、157に電流が集中する傾向となる。一方、これらの端子から離れた能動素子155、157には電流は集中しにくい傾向となる。

[0039] 図9(b)は、図9(a)のI X b - I X b線断面図である。

能動素子157の上面側には、金属接合部材51により第4導体413が接合され、第4導体413の上面には、金属接合部材51によりエミッタ側配線板422が接合されている。エミッタ側配線板422の上面には、金属接合部材51によりフィンベース800が接合されている。エミッタ側配線板422は、絶縁板453の上下それぞれの面に配線454が形成された構造を有する。第4導体413は、エミッタ側配線板422下面側の配線454に接合され、フィンベース800は、エミッタ側配線板422上面側の配線454に接合されている。

[0040] 能動素子157の下面側には、金属接合部材51により第1導体410が接合され、第1導体410の下面には、金属接合部材51により、コレクタ側配線板423が接合されている。コレクタ側配線板423の下面には、金属接合部材51によりフィンベース800が接合されている。コレクタ側配線板423は、絶縁板451の上下それぞれの面に配線452が形成された構造を有する。第1導体410は、コレクタ側配線板423上面側の配線4

５２に接合され、フィンベース８００は、コレクタ側配線板４２３下面側の配線４５２に接合されている。

[0041] コレクタ側配線板４２３上面側の配線４５２は、コレクタセンス配線４５２ａ（図６（ｂ）も参照）を含んでいる。コレクタセンス配線４５２ａは、金属接合部材５１により第１導体４１０の下面に接合され、電氣的に第１導体４１０に接続されている。コレクタセンス配線４５２ａは、第１導体４１０の側辺４１０ａと交差する部分がセンス接続部４１５である。上記は下アーム側のコレクタセンス領域の構造であるが、上アーム側のコレクタセンス領域の構造も同様である。

[0042] 下アーム側のセンス接続部４１５は、第１導体４１０の側辺４１０ａにおける交流側端子３２０Ｂが配置された端部とＹ方向における反対側の端部に配置されている。また、上アーム側のセンス接続部４１５は、第３導体４１２の側辺４１２ａ（図９（ａ）参照）における正極側端子３１５Ｂが配置された端部とＹ方向における反対側の端部に配置されている。交流側端子３２０Ｂと正極側端子３１５Ｂとは、パワーモジュール３００の対角線上に配置されている。

[0043] 一般に、電圧は、電流変化がある場合、自己インダクタンス L と、電流 I と時間 t の影響を受けて、 $-L (dI/dt)$ の誘導起電力 V が生じる。この誘導起電力はコレクタセンスで検知したい電圧に加算されるため、電圧の検知精度を低下する。電流が集中して流れる場所は、スイッチングによる電流変化が大きいため、誘導起電力 V が大きくなる。つまり、コレクタセンスで電圧を検知するセンス接続部４１５を、電流集中部から離すことで、電圧の検知精度が向上する効果がある。上アーム回路と下アーム回路を内蔵した $2in1$ 構造のパワーモジュール３００は、中間電極部４１４を有する。中間電極部４１４は、上アーム回路と下アーム回路とを一体化しない $1in1$ 構造にはみられない。中間電極部４１４は、電流集中部となるため、コレクタセンスのセンス接続部４１５を、中間電極部４１４および正極側端子３１５Ｂ、負極側端子３１９Ｂおよび交流側端子３２０Ｂのいずれから離れた場所に設け

ることで電圧検知を高精度化することができる。

[0044] 図9(b)に示されるように、センス接続部415は、第1導体410の能動素子157が接合された上面とは厚さ方向に反対側(−Z方向)の下面に配置されている。また、図4、図5等にも示されるように、交流側端子320Bは第1導体410より肉厚が小さく、交流側端子320Bの下面は、第1導体410の下面より、能動素子157が接合された上面側に配置されている。つまり、第1導体410は、厚さ方向において、能動素子155、157側に設けられた素子側領域部と、能動素子155、157側とは厚さ方向の反対側に設けられた配線側領域部とを有し、センス接続部415は金属接合部材51を介して配線側領域部に接続され、交流側端子320Bは、素子側領域部に接続されている。センス接続部415が、電流が集中する第1導体410の能動素子155、157が接合された上面から第1導体410の厚さ方向に距離が離れた位置に配置されているため、コレクタセンスの電圧検知を高精度化することができる。

[0045] 図10は、本発明によるパワーモジュールにおけるパワー端子とセンス接続部との配置関係を示す平面図である。

図10では、フィンベース800、樹脂850、エミッタ側配線板422を非表示とし、エミッタ側導体である第2導体411、第4導体413を半透過で示し、樹脂850の外形を破線で示した。また、正極側端子315Bと交流側端子320Bとを結ぶ第1線分417、負極側端子319Bと交流側端子320Bとを結ぶ第2線分418、および下アーム回路のセンス接続部415と上アーム回路のセンス接続部415とを結ぶ第3線分419を表記した。

図10に示されるように、正極側端子315Bと交流側端子320Bとを結ぶ第1線分417と、下アーム回路のセンス接続部415と上アーム回路のセンス接続部415とを結ぶ第3線分419とは交差している。また、負極側端子319Bと交流側端子320Bとを結ぶ第2線分418と、下アーム回路のセンス接続部415と上アーム回路のセンス接続部415とを結ぶ第

3線分419は交差している。

[0046] 正極側端子315B、負極側端子319B、交流側端子320Bといったパワー端子は、信号端子に比べ肉厚で、幅広であるため、重量が重い。第1線分417と第3線分419が交差し、第2線分418と第3線分419が交差することで、重量が重い端子が対角線上に位置することとなる。

[0047] このような構造とすることにより、フィンベース800をはんだ接続する際、パワー端子が封止前モジュール構成体304の一方の辺側に集合することによる重量アンバランスが防止される。これにより、均一な厚さに接合できる効果がある。また、フィンベース800の接合を均一にすることで、トランスファーマールド時に金型852のキャビティ内に設置した状態において、フィンベース800の溝802における屈曲の角度をほぼ均等にすることができる。このため、樹脂材850Sのフィンベース800側への漏出を確実に防止し得る効果がある。さらに、第3線分419が第1線分417および第2線分418に交差する構造とすることで、センス接続部415が、正極側端子315B、負極側端子319B、交流側端子320Bといったパワー端子だけでなく電流集中部となる中間電極部414からも離れた位置に配置される効果がある。

[0048] 図11(a)は、本発明によるパワーモジュールにおける能動素子配置領域と、センス接続部および交流側電極の位置関係を示す平面図であり、図11(b)は、本発明によるパワーモジュールの断面図である。図11(b)は、図2と同一であるが、図11(a)との対照をし易くするために再掲した。

図11(a)ではフィンベース800、樹脂850、エミッタ側配線板422を非表示とし、エミッタ側導体である第2導体411、第4導体413を半透過で示し、樹脂850の外形を破線で示した。

下アーム回路を構成する第1導体410の上面に接合された複数個（実施例では4個として例示）の能動素子157は、第1導体410の一つの側辺410aに沿って、所定の間隔で配列されている。第1導体410の側辺4

10aのY方向における一端側に配置されたセンス接続部415に最近接する能動素子157から、第1導体410の側辺410aのY方向における他端側に配置された交流側端子320Bに最近接される能動素子157までの領域が素子配列領域416である。図11(a)において、素子配列領域416には、ハッチングが施してある。

下アーム回路のセンス接続部415は、交流側端子320Bからみて素子配列領域416における最も離れた能動素子157の外側に配置されている。

[0049] このように、下アーム回路のセンス接続部415は交流側端子320Bからみて素子配列領域416における最も離れた能動素子157の外側に配置されている、換言すれば、電流集中する交流側端子320Bから離れた位置にコレクタセンスのセンス接続部415が設けられている。このため、コレクタセンスによる電圧検知を高精度化することができる。

[0050] 図12は、図10に示す本発明のパワーモジュールとの対比として示す比較例のパワーモジュールの平面図である。

図12では、フィンベース800、樹脂850、エミッタ側配線板422を非表示とし、エミッタ側導体である第2導体411、第4導体413を半透過で示し、樹脂850の外形を破線で示した。また、正極側端子315Bと交流側端子320Bとを結ぶ第1線分417、負極側端子319Bと交流側端子320Bとを結ぶ第2線分418、および下アーム回路のセンス接続部415と上アーム回路のコレクタセンスのセンス接続部415とを結ぶ第3線分419を表記した。

図12に図示されるように、第3線分419が、第1線分417および第2線分418のいずれとも交差しない構造のパワーモジュール300Rを比較例として作製した。つまり、比較例のパワーモジュール300Rでは、交流側端子320Bは、正極側端子315Bや負極側端子319Bと対向する辺の対角線上に配置されておらず、対向する辺のほぼ同じ端部側に配置されている。また、上アームおよび下アームのセンス接続部415は、対向する

辺のパワー端子側とは反対側の端部に配置されている。

[0051] 上述したように、正極側端子 315B、負極側端子 319B、交流側端子 320B といったパワー端子は、信号端子に比べ肉厚で、幅広であるため、重量が重い。重量が重いパワー端子が対向する辺のほぼ同じ端部側に配置されている。このため、フィンベース 800 をはんだ接続する際、パワー端子が片側に集合することによる重量アンバランスが生じ、フィンベース 800 の接合厚さが不均一となった。また、第 3 線分 419 が、第 1 線分 417 および第 2 線分 418 のいずれとも交差しない構造であるため、図 12 に示されるように、下アーム回路のコレクタセンスのセンス接続部 415 が電流集中部となる中間電極部 414 に近接する構造となる。このため、コレクタセンスが検知する電圧に大きな誘導起電力が重なり、コレクタセンスの電圧検知の精度が低下した。

[0052] 図 13 は、本発明によるパワーモジュールを用いた電力変換装置の回路図である。

電力変換装置 200 は、インバータ回路部 140、142 と、補機用のインバータ回路部 43 と、コンデンサモジュール 500 とを備えている。インバータ回路部 140 及び 142 は、パワーモジュール 300 を複数個備えており、それらを接続することにより三相ブリッジ回路を構成している。電流容量が大きい場合には、更にパワーモジュール 300 を並列接続し、これら並列接続を三相インバータ回路の各相に対応して行うことにより、電流容量の増大に対応できる。また、パワーモジュール 300 に内蔵しているパワー半導体素子である能動素子 155、157 やダイオード 156、158 を並列接続することでも電流容量の増大に対応できる。

[0053] インバータ回路部 140 とインバータ回路部 142 とは、基本的な回路構成は同じであり、制御方法や動作も基本的には同じである。インバータ回路部 140 等の回路的な動作の概要は周知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

上述のように、上アーム回路は、スイッチング用のパワー半導体素子とし

て上アーム用の能動素子 155 と上アーム用のダイオード 156 とを備えており、下アーム回路は、スイッチング用のパワー半導体素子として下アーム用の能動素子 157 と下アーム用のダイオード 158 とを備えている。能動素子 155、157 は、ドライバ回路 174 を構成する 2 つのドライバ回路の一方あるいは他方から出力された駆動信号を受けてスイッチング動作し、バッテリー 136 から供給された直流電力を三相交流電力に変換する。

[0054] 上述したように、上アーム用の能動素子 155 および下アーム用の能動素子 157 は、コレクタ電極、エミッタ電極、ゲート電極を備えている。上アーム用のダイオード 156 および下アーム用のダイオード 158 は、カソード電極およびアノード電極の 2 つの電極を備えている。図 3 に示すように、ダイオード 156、158 のカソード電極が IGBT 155、157 のコレクタ電極に、アノード電極が能動素子 155、157 のエミッタ電極にそれぞれ電氣的に接続されている。これにより、上アーム用の能動素子 155 および下アーム用の能動素子 157 のエミッタ電極からコレクタ電極に向かう電流の流れが順方向となっている。

なお、能動素子としては MOSFET（金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ）を用いても良く、この場合は、上アーム用のダイオード 156、下アーム用のダイオード 158 は不要となる。

[0055] 各上・下アーム直列回路の正極側端子 315B と負極側端子 319B とはコンデンサモジュール 500 のコンデンサ接続用の直流端子にそれぞれ接続されている。上アーム回路と下アーム回路の接続部にはそれぞれ交流電力が発生し、各上・下アーム直列回路の上アーム回路と下アーム回路の接続部は各パワーモジュール 300 の交流側端子 320B に接続されている。各相の各パワーモジュール 300 の交流側端子 320B はそれぞれ電力変換装置 200 の交流出力端子に接続され、発生した交流電力はモータジェネレータ 192 または 194 の固定子巻線に供給される。

[0056] 制御回路 172 は、車両側の制御装置やセンサ（例えば、電流センサ 180）などからの入力情報に基づいて、上アーム用の能動素子 155、下アーム

ムの能動素子 157 のスイッチングタイミングを制御するためのタイミング信号を生成する。ドライバ回路 174 は、制御回路 172 から出力されたタイミング信号に基づいて、上アーム用の能動素子 155、下アーム用の能動素子 157 をスイッチング動作させるための駆動信号を生成する。

なお、181、182、188 はコネクタである。

[0057] 上・下アーム直列回路は、不図示の温度センサを含み、上・下アーム直列回路の温度情報がマイコンに入力される。また、マイコンには上・下アーム直列回路の直流正極側の電圧情報が入力される。マイコンは、それらの情報に基づいて過温度検知および過電圧検知を行い、過温度或いは過電圧が検知された場合には全ての上アーム用の能動素子 155、下アーム用の能動素子 157 のスイッチング動作を停止させ、上・下アーム直列回路を過温度或いは過電圧から保護する。

[0058] 図 14 は、図 13 に示す電力変換装置の一例を示す外観斜視図であり、図 14 は、図 13 に示す電力変換装置の一例を示す外観斜視図であり、図 15 は、図 14 に示す電力変換装置の X V - X V 線断面図である。また、図 16 は、図 15 に図示された冷却流路付きパワーモジュールを示し、図 16 (a) は上方側からみた斜視図、図 16 (b) は、下方側からみた斜視図であり、図 17 は、図 16 (a) の X V | | - X V | | 線断面図である。

電力変換装置 200 は、下部ケース 11 および上部ケース 10 により構成され、ほぼ直方体形状に形成された筐体 12 を備えている。筐体 12 の内部には、図 15 に図示される冷却流路付きパワーモジュール 900、コンデンサモジュール 500 等が収容されている。冷却流路付きパワーモジュール 900 は冷却流路を有しており、筐体 12 の一側面からは、冷却流路に連通する冷却水流入管 13 および冷却水流出管 14 が突出している。図 15 に図示されるように、下部ケース 11 は、上部側 (Z 方向) が開口され、上部ケース 10 は、下部ケース 11 の開口を塞いで下部ケース 11 に取り付けられている。上部ケース 10 と下部ケース 11 とは、アルミニウム合金等により形成され、外部に対して密封して固定される。上部ケース 10 と下部ケース 1

1とを一体化して構成してもよい。筐体12を、単純な直方体形状としたことで、車両等への取り付けが容易となり、また、生産もし易い。

筐体12の長手方向の一側面に、コネクタ17が取り付けられており、このコネクタ17には、交流ターミナル18が接続されている。また、冷却水流入管13および冷却水流出管14が導出された面には、コネクタ21が設けられている。

[0059] 図15に図示されるように、筐体12内には、冷却流路付きパワーモジュール900が收容されている。冷却流路付きパワーモジュール900の上方（Z方向）には、制御回路172およびドライバ回路174が配置され、冷却流路付きパワーモジュール900の下方（-Z方向）には、コンデンサモジュール500が收容されている。図16に図示されるように、冷却流路付きパワーモジュール900は、2in1構造のパワーモジュール300を3個有する6in1構造を有する。すなわち、図13に示すインバータ回路部140、142の一方を含んでいる。なお、図16（b）では、パワーモジュール300の配置を示すため、流路形成部材604を透過して、フィンベース800を図示している。

パワーモジュール300の交流側端子320Bは、電流センサ180を貫通してバスバー361に接合されている。また、パワーモジュール300の直流端子である、正極側端子315Bおよび負極側端子319Bは、それぞれ、コンデンサモジュール500の正・負極端子362A、362Bに接合される。

なお、図15に示されたパワーモジュール300では、交流側端子320Bは、屈曲されておらず、ストレートに延出されている。また、正極側端子315B、負極側端子319Bは、根元側においてカットされた短い形状を有する。

[0060] 電力変換装置200は、下部ケース11内に、コンデンサモジュール500を收容し、予め作製した冷却流路付きパワーモジュール900をコンデンサモジュール500上に收容し、冷却流路付きパワーモジュール900上に

制御回路 172、ドライバ回路 174 を收容して作製される。冷却流路付きパワーモジュール 900 を收容する際には、各パワーモジュール 300 の交流側端子 320 B をバスバー 361 に接合し、正極側端子 315 B、負極側端子 319 B を、それぞれ、コンデンサモジュール 500 の正・負極端子 362 A、362 B に接合する。制御回路 172、ドライバ回路 174 を收容する際には、各パワーモジュール 300 の信号端子と制御回路 172、ドライバ回路 174 の接続端子（図示せず）を接続する。冷却流路付きパワーモジュール 900、コンデンサモジュール 500、制御回路 172、ドライバ回路 174 を下部ケース 11 内に收容後、上部ケース 10 により密封することにより、図 14 に図示される電力変換装置 200 が得られる。

[0061] 図 16 (a)、図 16 (b) および図 17 に図示されるように、冷却流路付きパワーモジュール 900 は、細長の直方体形状を有している。冷却流路付きパワーモジュール 900 は、鉄やアルミニウム合金等により形成された流路カバー 601 と、流路筐体 602 とを有する。

図 17 に図示されるように、流路筐体 602 は、中間流路部材 603 と、流路形成部材 604 を有する。中間流路部材 603 内には、図 16 (b) に示すように、長手方向に配列された 3 個のパワーモジュール 300 が收容されている。中間流路部材 603 は、それぞれ、パワーモジュール 300 を挿通する開口が形成された上板 611、下板 612 を有する。各パワーモジュール 300 は、上板 611、下板 612 の開口内を挿通され、樹脂 850 が、上板 611 と下板 612 間に設けられた收容空間 621 内に收容されるように配置される。この状態で、各パワーモジュール 300 の上下のフィンベース 800 が、それぞれ、上板 611、下板 612 の接合部 622 に接合される。フィンベース 800 と上板 611 または下板 612 との接合は、溶接、金属熔融部材による金属接合等を用いることができる。

[0062] 流路形成部材 604 は、冷却水流入管 13、冷却水流出管 14 に連通する流路を有している。中間流路部材 603 には、收容空間 621 の外側に、上板 611 と下板 612 とを連結する連結部 623 が設けられており、この連

結部 6 2 3 には、上下方向に貫通する貫通孔 6 2 4 が設けられている。冷却水流入管 1 3 から流入された冷却水は、一方の流路から中間流路部材 6 0 3 内に流入し、下部側のフィンベース 8 0 0 を冷却すると共に、貫通孔 6 2 4 から上部側に流入して上部側のフィンベース 8 0 0 を冷却する。冷却後は、流路形成部材 6 0 4 の他方の流路を介して冷却水流出管 1 4 に流出する。

[0063] このように、2 in 1 構造のパワーモジュール 3 0 0 を 3 個用いて、6 in 1 構造の冷却流路付きパワーモジュール 9 0 0 を形成している。各パワーモジュール 3 0 0 は、コレクタセンスによる電圧の検知精度が高く、かつ、導体間に複数個の能動素子 1 5 5、1 5 7 を設けているので、大電力を供給することが可能な電力変換装置を得ることができる。

[0064] 本発明の実施形態によれば、下記の効果を奏する。

(1) パワーモジュール 3 0 0 は、上・下アーム回路の一方を構成する複数個の能動素子 1 5 7 が接続された第 1 導体 4 1 0 と、上・下アームの他方を構成する複数個の能動素子 1 5 5 が接続された第 2 導体 4 1 1 とを有するパワーモジュール本体 3 0 1 を備えている。また、パワーモジュール本体 3 0 1 の一辺 3 0 1 a から突出する交流側端子 3 2 0 B と、パワーモジュール本体 3 0 1 の他辺 3 0 1 b から突出する正極側端子 3 1 5 B および負極側端子 3 1 9 B と、第 1 導体 4 1 0 と第 2 導体 4 1 1 とを接続する中間電極部 4 1 4 と、能動素子 1 5 7 のコレクタ電極と第 1 導体 4 1 0 とをセンス接続部 4 1 5 を介して接続されるコレクタセンス配線 4 5 2 a とを有する。中間電極部 4 1 4 は、複数個の能動素子 1 5 7 のうち、交流側端子 3 2 0 B に最も近い能動素子 1 5 7 の近くに配置され、センス接続部 4 1 5 は、複数個の能動素子 1 5 7 のうち、交流側端子 3 2 0 B から最も遠い能動素子 1 5 7 の近くに配置されている。

上記構成により、センス接続部 4 1 5 が電流集中部から離れるため、電圧検知を高精度化することができる。また、第 1 導体 4 1 0 および第 2 導体 4 1 1 それぞれに複数個の能動素子 1 5 7 を接続するので、大きい出力を得ることができる。

[0065] (2) 能動素子 155 を挟んで第 2 導体 411 と対向する第 3 導体 412 と、能動素子 157 を挟んで第 1 導体 410 と対向する第 4 導体 413 と、能動素子 155 のコレクタ電極と第 3 導体 412 とをセンス接続部 415 を介して接続されるコレクタセンス配線 452a とを、さらに備え、センス接続部 415 は、複数個の能動素子 155 のうち正極側端子 315B および負極側端子 319B に最も遠い能動素子 155 の近くに配置されている。上記構成により、センス接続部 415 が電流集中部から離れるため、電圧検知を高精度化することができる。

[0066] (3) 複数個の能動素子 157 は、センス接続部 415 側から互いに間隔を空けて 1 つの側辺 410a に沿って交流側端子 320B に向けて配列された素子配列領域 416 を有し、センス接続部 415 は、交流側端子 320B からみて素子配列領域 416 における最も離れた能動素子 155 の外側に配置されている。このように、センス接続部 415 と交流側端子 320B とは、素子配列領域 416 の長さ以上離間して配置されており、電流集中部から離れるため、電圧検知を高精度化することができる。

[0067] (4) 第 1 導体 410 は、厚さ方向において、複数個の能動素子 157 側に設けられた素子側領域部と、能動素子 157 側とは厚さ方向の反対側に設けられた配線側領域部とを有し、センス接続部 415 は金属接合部材 51 を介して配線側領域部に接続され、交流側端子 320B は、素子側領域部に接続される。センス接続部 415 が、電流が集中する第 1 導体 410 の能動素子 155 が接合された上面から第 1 導体 410 の厚さ方向に距離が離れた位置に配置されているため、コレクタセンスの電圧検知を高精度化することができる。

[0068] なお、上記実施形態では、パワーモジュール本体 301 を平面視でほぼ矩形形状とする構造として例示した。しかし、パワーモジュール本体 301 は、平面視で三角形形状以上の他辺形状とすることができる。

[0069] 上記実施形態では、上アームと下回路が一体化された 2 in 1 構造および 6 in 1 構造のパワーモジュール 300、900 として例示した。しかし、パワー

モジュール 300、900 は、3 in 1 構造、4 in 1 構造等、他の構造に適用することができる。なお、3 in 1 構造は、例えば、3 個の上アーム回路をパッケージ化した構造、または 3 個の下アーム回路をパッケージ化した構造を有する。3 個の上アーム回路をパッケージした上アームパッケージと 3 個の下アーム回路をパッケージした下アームパッケージとを組み合わせ、6 in 1 構造を有するパワーモジュールを形成することができる。

[0070] 上記実施形態では、コレクタセンス配線 452a を含む配線 452 が形成されたコレクタ側配線板 423 を第 1 導体 410、第 3 導体 412 に積層した構造として例示した。しかし、コレクタセンス配線 452a を第 1 導体 410 に一体化して設けたり、コレクタセンス配線 452a に替えて、コレクタセンス用のリード部材としたりすることもできる。このような構造において、コレクタセンス配線 452a 以外の他の配線 452 も、リード部材とすることにより、コレクタ側配線板 423 を不要とすることができる。

[0071] 上記実施形態では、フィンベース 800 が、環状の溝 802 を有する構造として例示した。しかし、フィンベース 800 は、環状の溝 802 を有していない構造であってもよい。また、フィンベース 800 を有しておらず、パワーモジュールを収容するケースに冷却構造を形成するようにしてもよい。

[0072] 上記実施形態では、導体と配線板の配線、配線板の配線とフィンプレートとを金属接合部材により接合する構造として例示した。しかし、金属接合部材による接合に替えて、導電性接着剤や、溶接、イオンビーム照射による熔融接合等、他の接合法によってもよい。

[0073] 本発明は上記実施形態や代替技術に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

- [0074] 155 能動素子（第 1 能動素子）
156 ダイオード
157 能動素子（第 2 能動素子）
158 ダイオード

2 0 0	電力変換装置
3 0 0	パワーモジュール
3 0 1	パワーモジュール本体
3 0 1 a	一辺
3 0 1 b	他辺
3 0 4	封止前モジュール構成体
3 1 5 B	正極側端子
3 1 9 B	負極側端子
3 2 0 B	交流側端子
3 2 5 C	コレクタセンス信号端子
4 0 6	交流側電極
4 1 0	第 1 導体
4 1 1	第 2 導体
4 1 2	第 3 導体
4 1 3	第 4 導体
4 1 4	中間電極部
4 1 5	センス接続部
4 1 6	素子配列領域
4 1 7	第 1 線分
4 1 8	第 2 線分
4 1 9	第 3 線分
4 5 1	絶縁板
4 5 2	配線
4 5 2 a	コレクタセンス配線
8 0 0	フィンベース
8 5 0	樹脂
9 0 0	冷却流路付きパワーモジュール

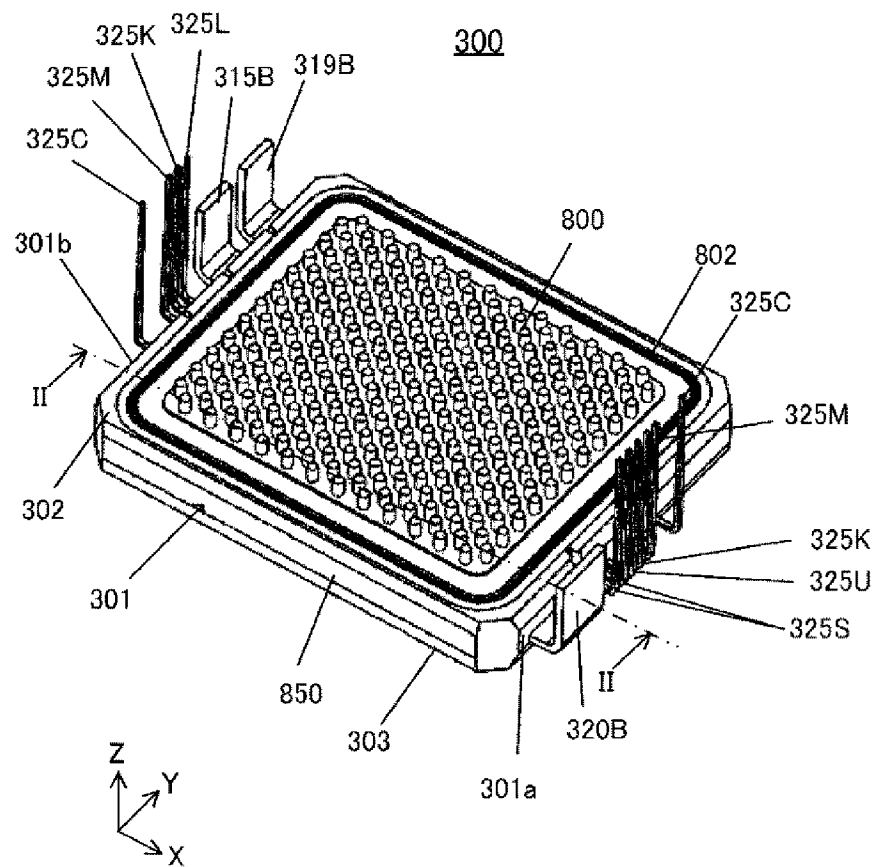
請求の範囲

- [請求項1] 平面視で多辺形状のモジュール本体を有するパワーモジュールであって、
- 上・下アーム回路の一方を構成する複数個の第1能動素子と、
- 上・下アーム回路の他方を構成する複数個の第2能動素子と、
- 前記複数個の各第1能動素子のコレクタ電極が接続される第1導体と、
- 前記複数個の第2能動素子のエミッタ電極が接続される第2導体と、
- 、
- 前記モジュール本体の一辺から突出する交流側端子と、
- 前記モジュール本体の前記一辺とは異なる他辺から突出する正極側端子および負極側端子と、
- 前記第1導体と前記第2導体とを接続する中間電極部と、
- 前記第1能動素子の前記コレクタ電極と前記第1導体とを第1センス接続部を介して接続される第1コレクタセンス配線とを備え、
- 前記中間電極部は、前記複数個の第1能動素子のうち、前記交流側端子に最も近い前記第1能動素子の近くに配置され、前記第1センス接続部は、前記複数個の第1能動素子のうち、前記交流側端子から最も遠い前記第1能動素子の近くに配置されている、パワーモジュール。
- [請求項2] 請求項1に記載のパワーモジュールにおいて、
- 前記第2能動素子を挟んで前記第2導体と対向する第3導体と、前記第1能動素子を挟んで前記第1導体と対向する第4導体と、前記第2能動素子の前記コレクタ電極と前記第3導体とを第2センス接続部を介して接続される第2コレクタセンス配線とを、さらに備え、
- 前記第2センス接続部は、前記複数個の第2能動素子のうち前記正極側端子および前記負極側端子に最も遠い前記第2能動素子の近くに配置されている、パワーモジュール。

- [請求項3] 請求項2に記載されたパワーモジュールにおいて、
前記モジュール本体は、矩形形状を有し、前記正極側端子と前記交流側端子とを結ぶ直線を第1線分、前記負極側端子と前記交流側端子とを結ぶ直線を第2線分、前記第1センス接続部と前記第2センス接続部を結ぶ直線を第3線分と定義した場合、前記交流側端子、前記第1センス接続部および前記第2センス接続部は、前記第3線分が前記第1線分および前記第2線分に交差するように配置されている、パワーモジュール。
- [請求項4] 請求項1に記載のパワーモジュールにおいて、
前記複数個の第1能動素子は、前記第1センス接続部側から互いに間隔を空けて前記一辺に沿って前記交流側端子に向けて配列された素子配列領域を有し、前記第1センス接続部は、前記交流側端子からみて素子配列領域における最も離れた能動素子の外側に配置されている、パワーモジュール。
- [請求項5] 請求項1に記載のパワーモジュールにおいて、
前記第1導体は、厚さ方向において、前記複数個の第1能動素子側に設けられた素子側領域部と、前記第1能動素子側とは厚さ方向の反対側に設けられた配線側領域部とを有し、前記第1センス接続部は金属接合部材を介して前記配線側領域部に接続され、前記交流側端子は、前記素子側領域部に接続される、パワーモジュール。
- [請求項6] 請求項5に記載されたパワーモジュールにおいて、
前記交流側端子は、前記第1導体の前記素子側領域部と一体に形成されるパワーモジュール。
- [請求項7] 請求項1から6までのいずれか一項に記載のパワーモジュールにおいて、
前記第1センス接続部は、絶縁板の一面に形成されたコレクタセンス配線に設けられている、パワーモジュール。

[図1]

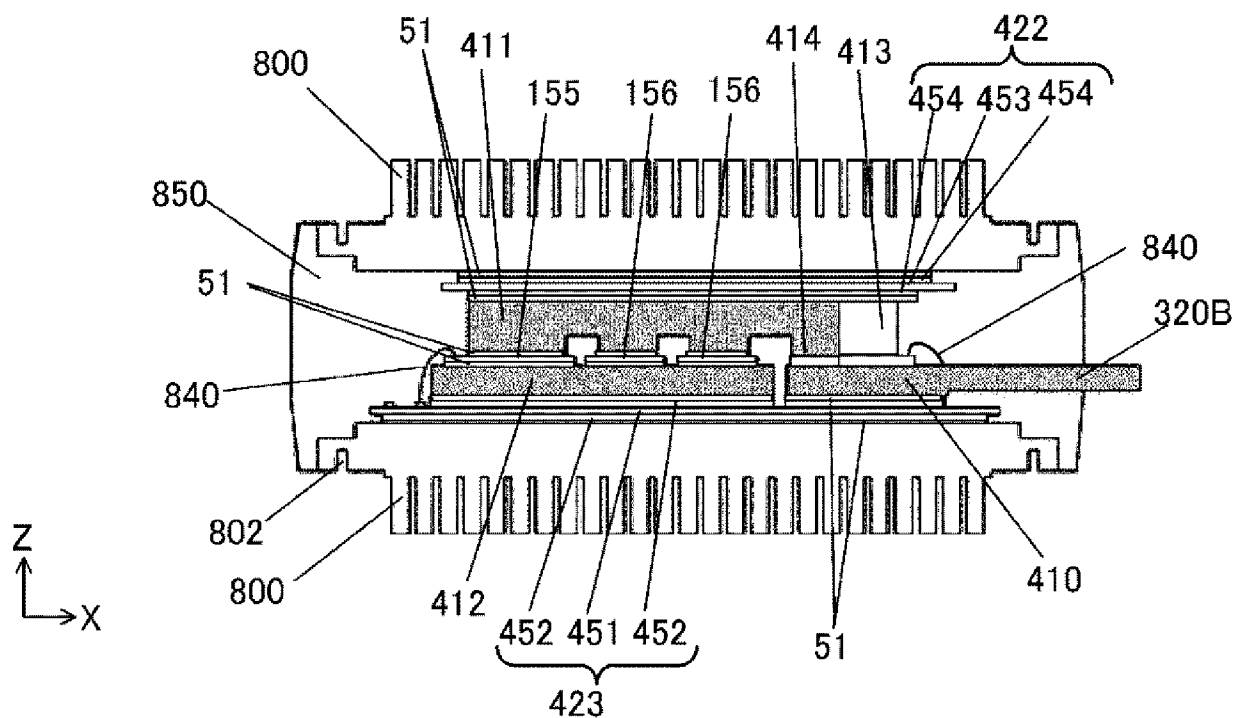
【図1】



[図2]

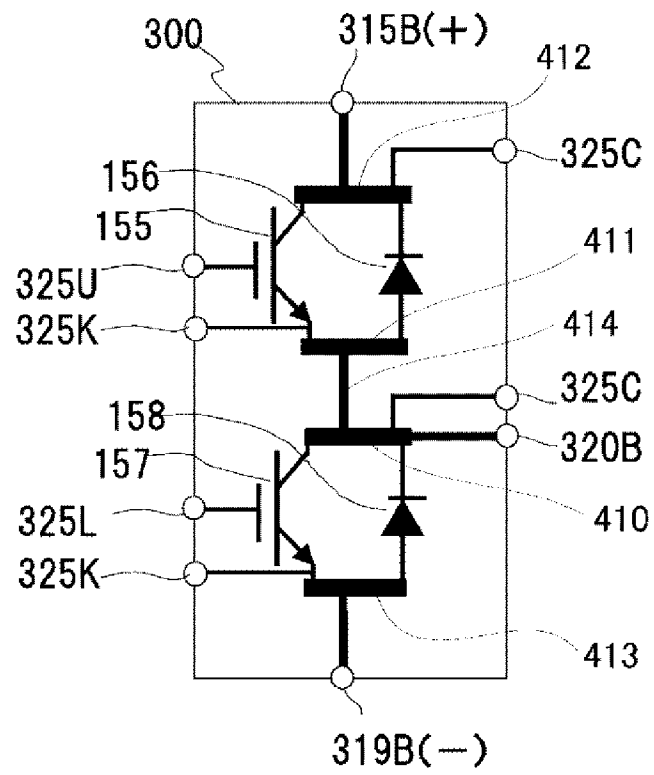
【図2】

300



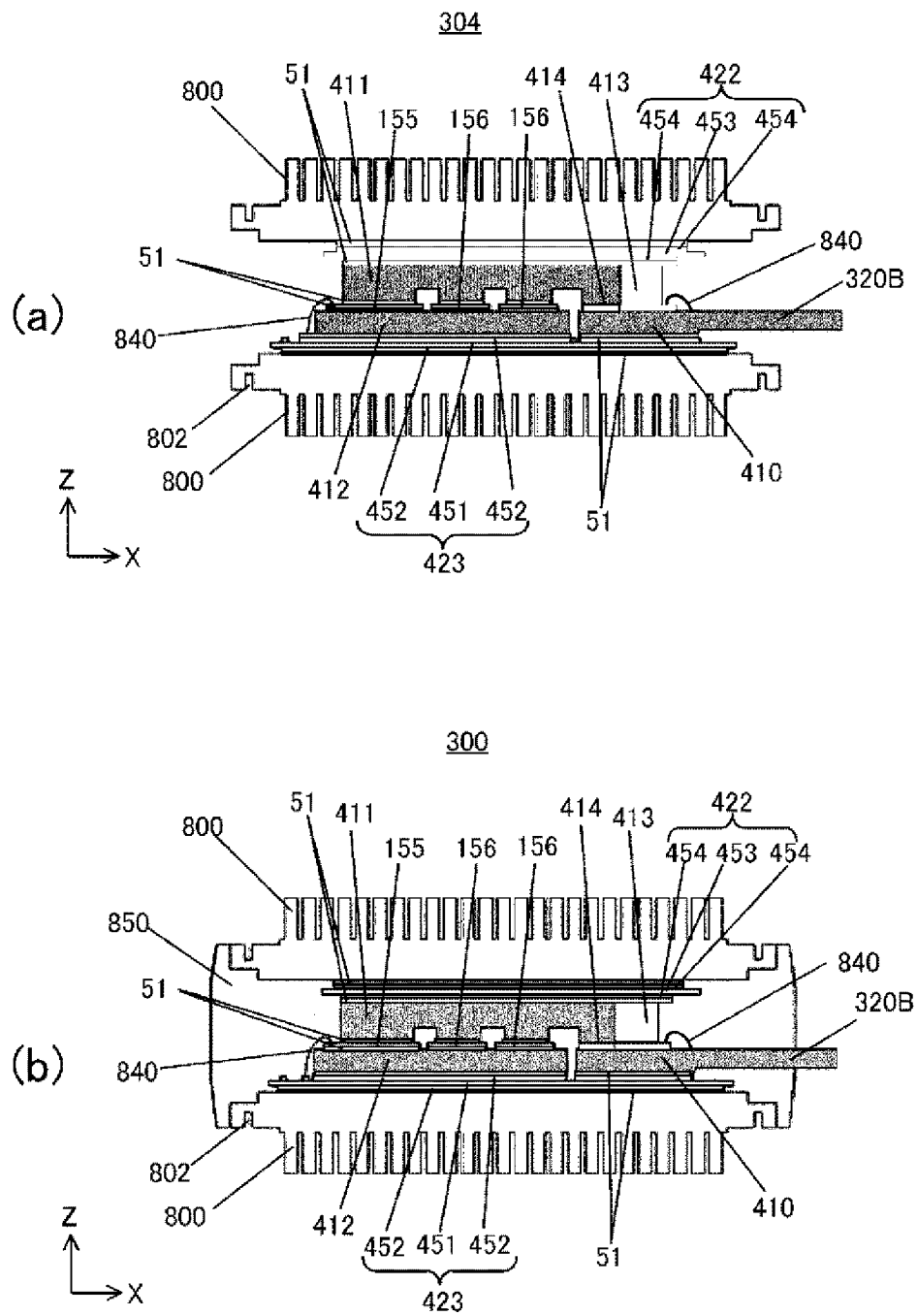
[図3]

【図3】



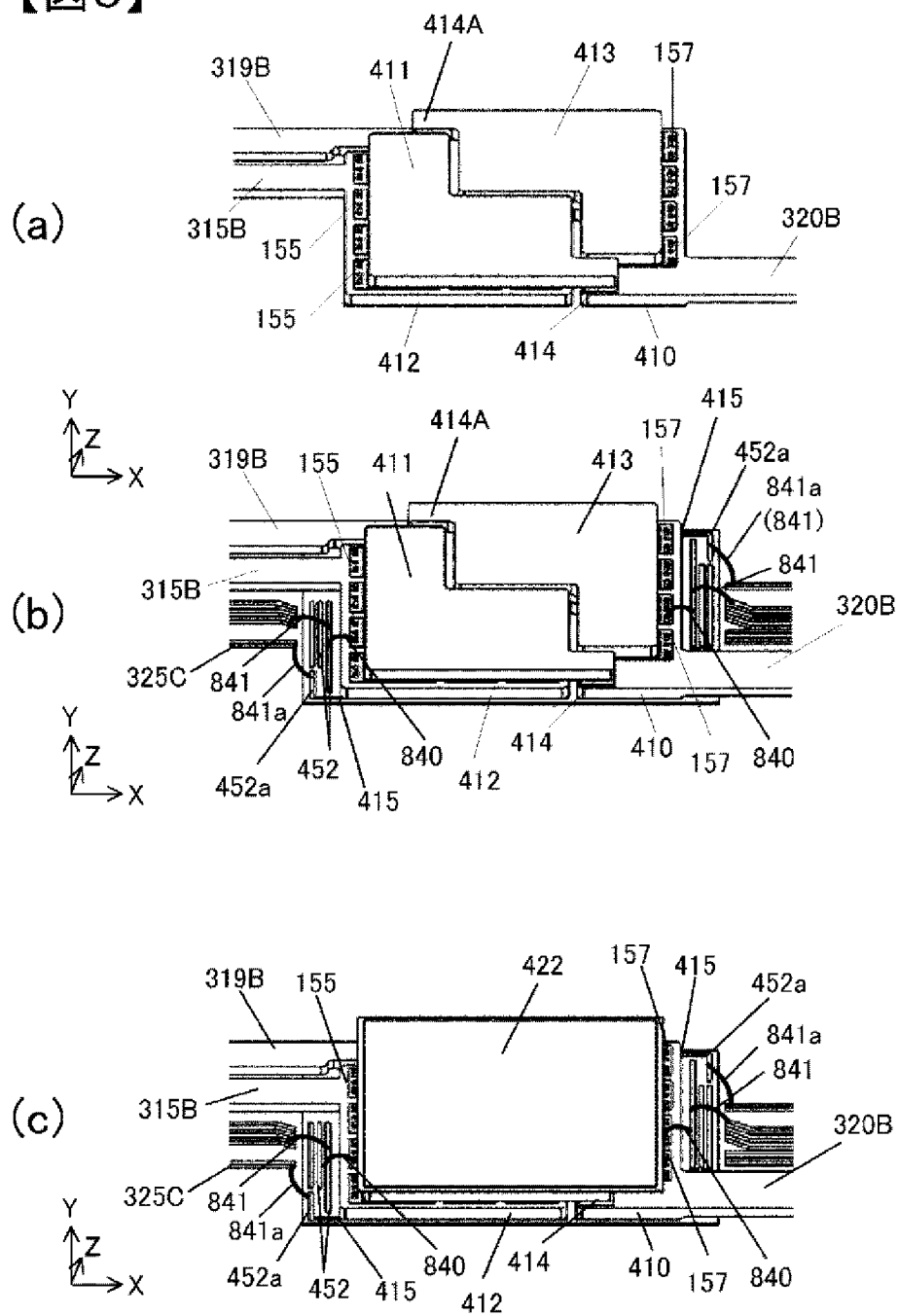
[図5]

【図5】



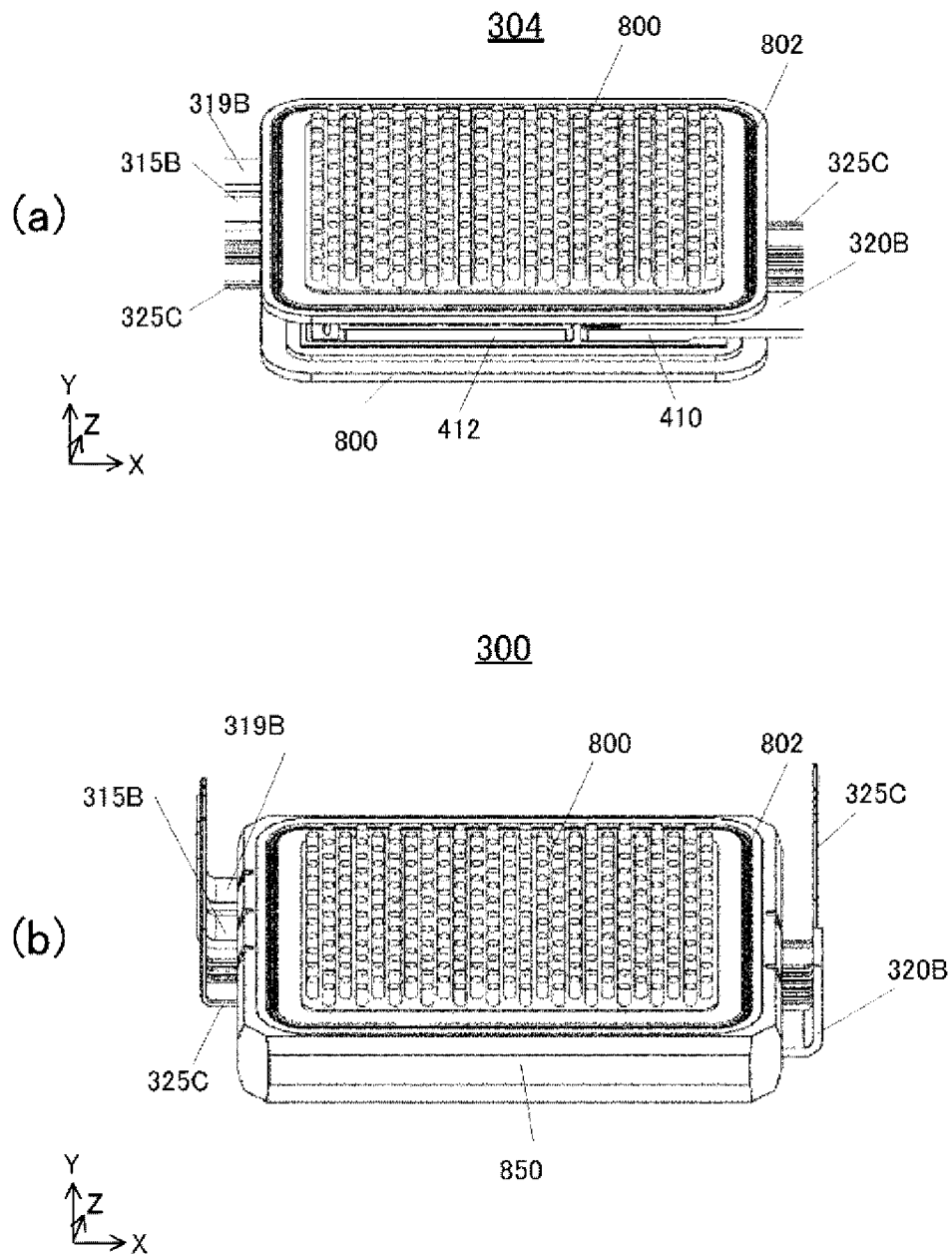
[図6]

【図6】



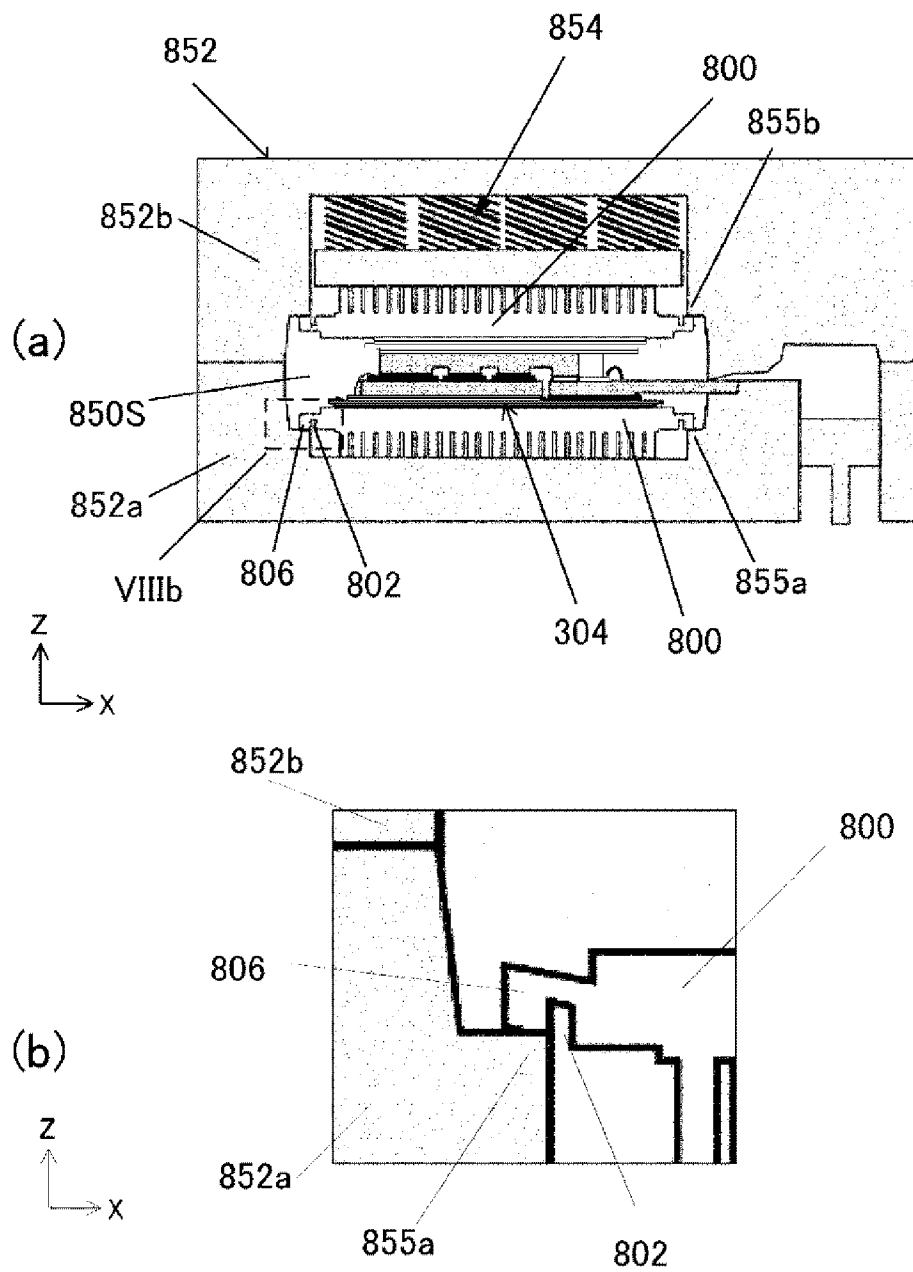
[図7]

【図7】

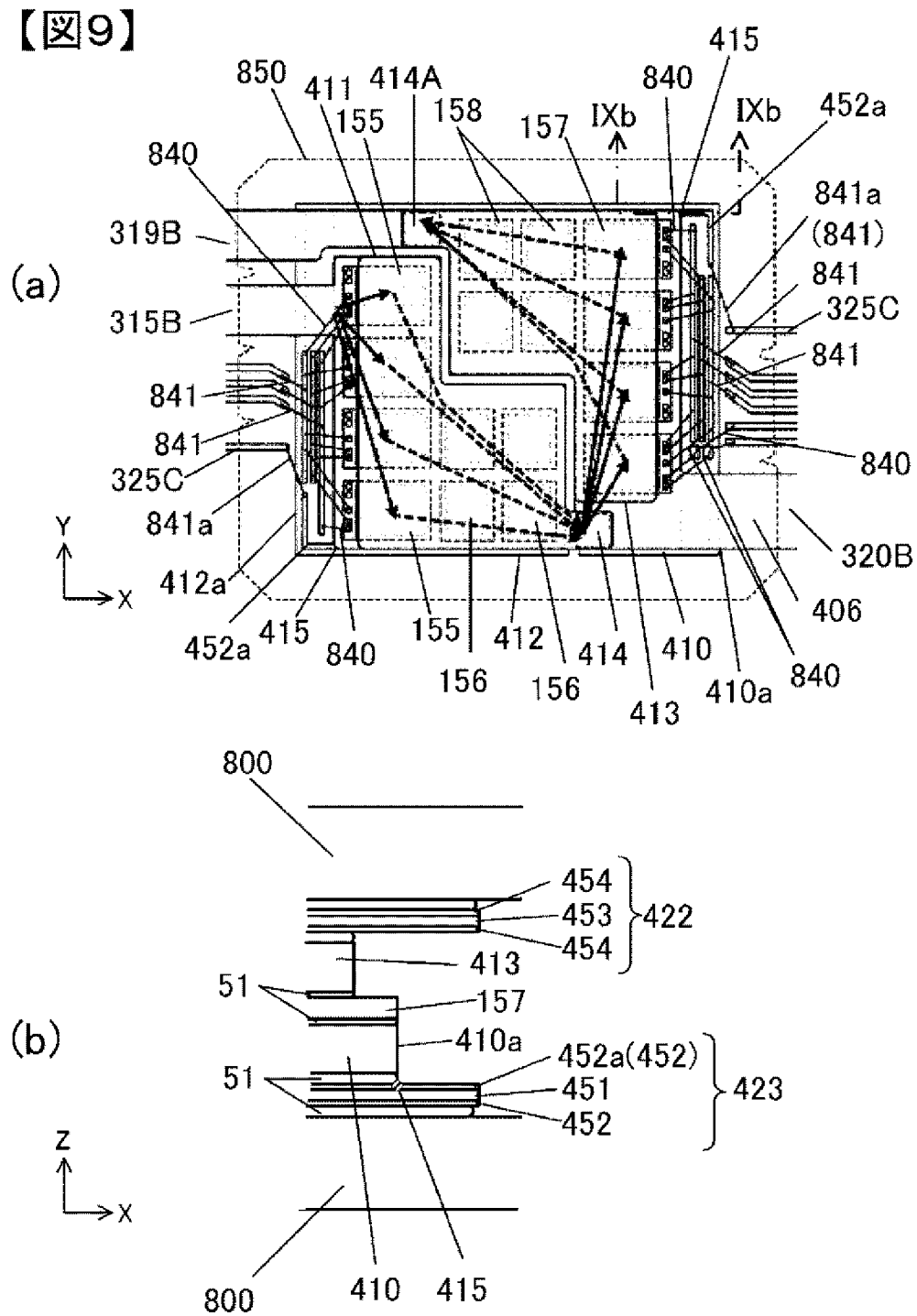


[図8]

【図8】

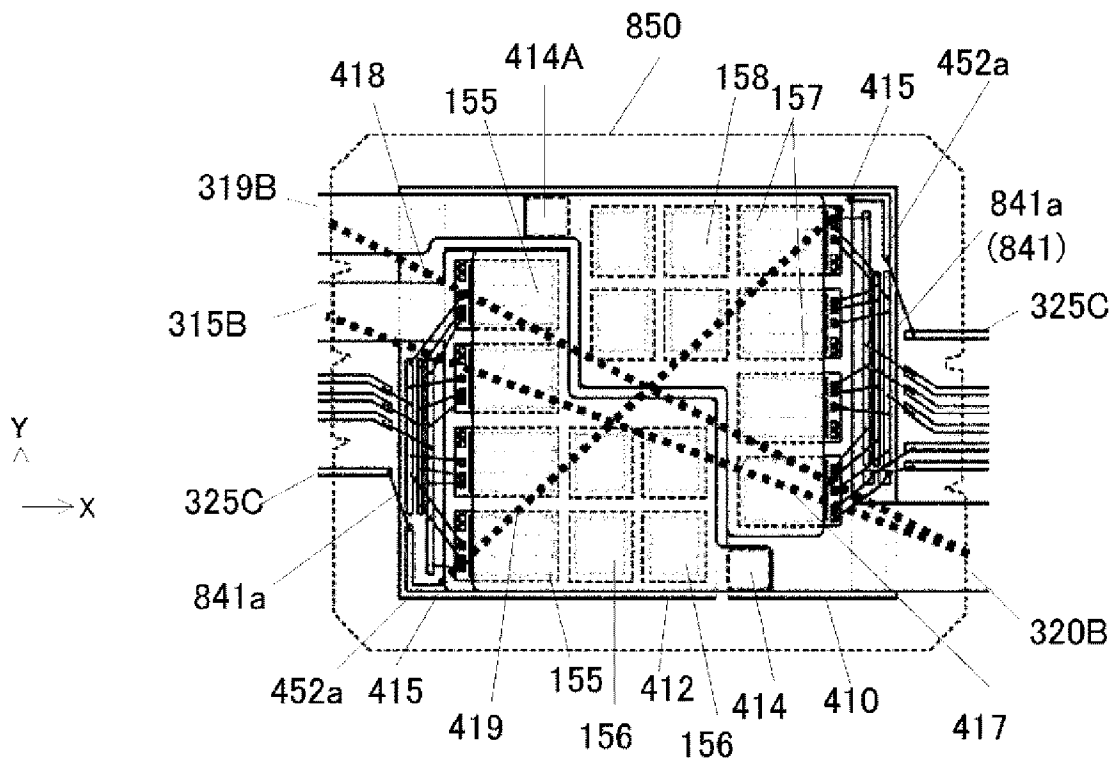


[図9]



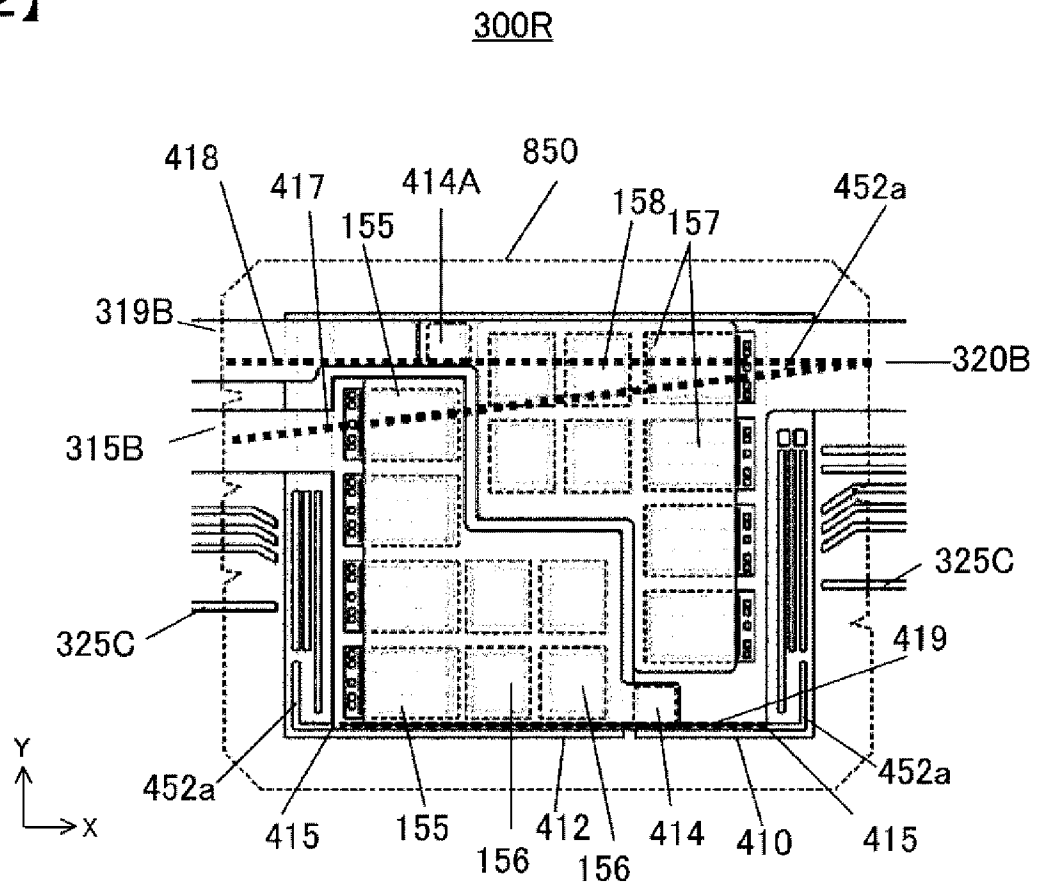
[図10]

【図10】



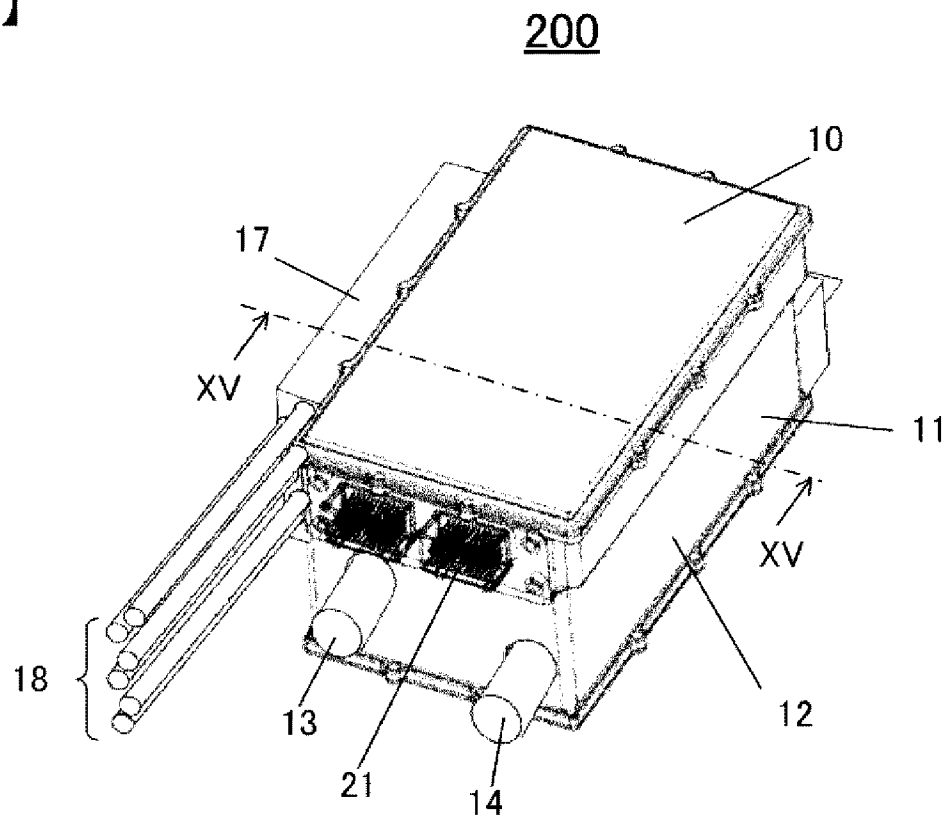
[図12]

【図12】



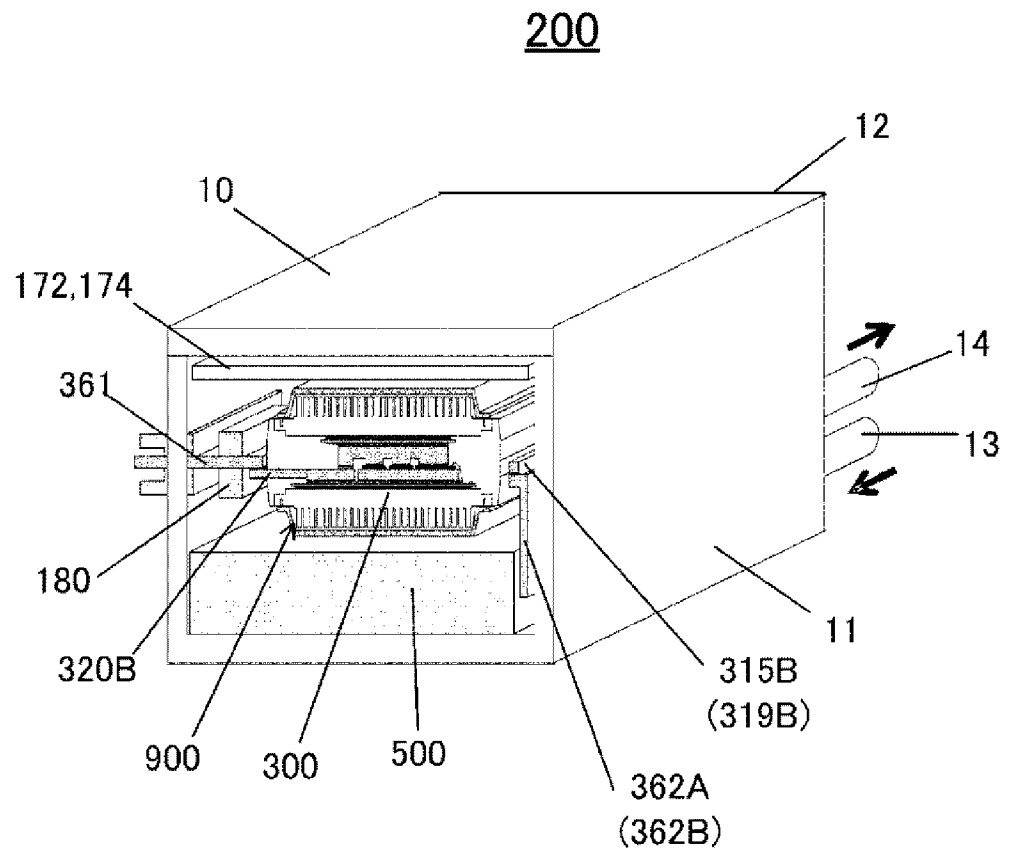
[図14]

【図14】



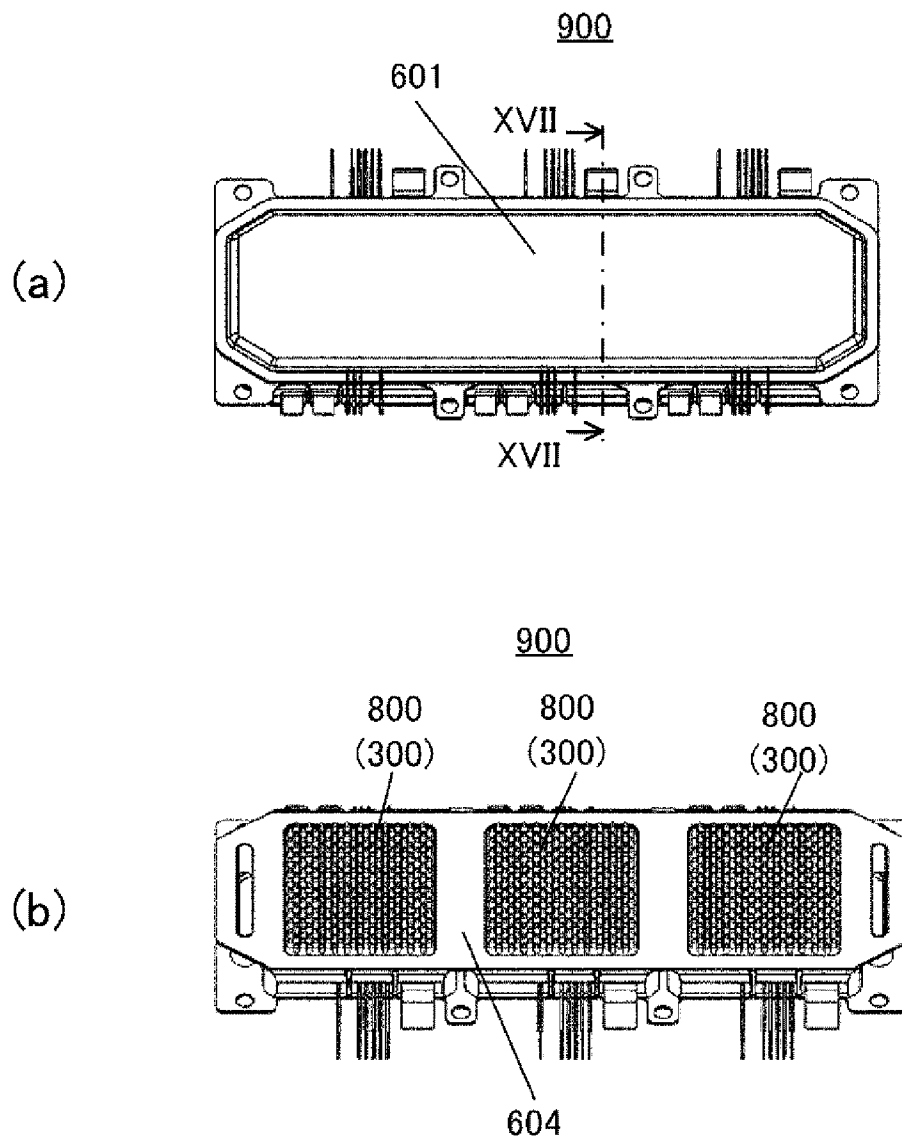
[図15]

【図15】



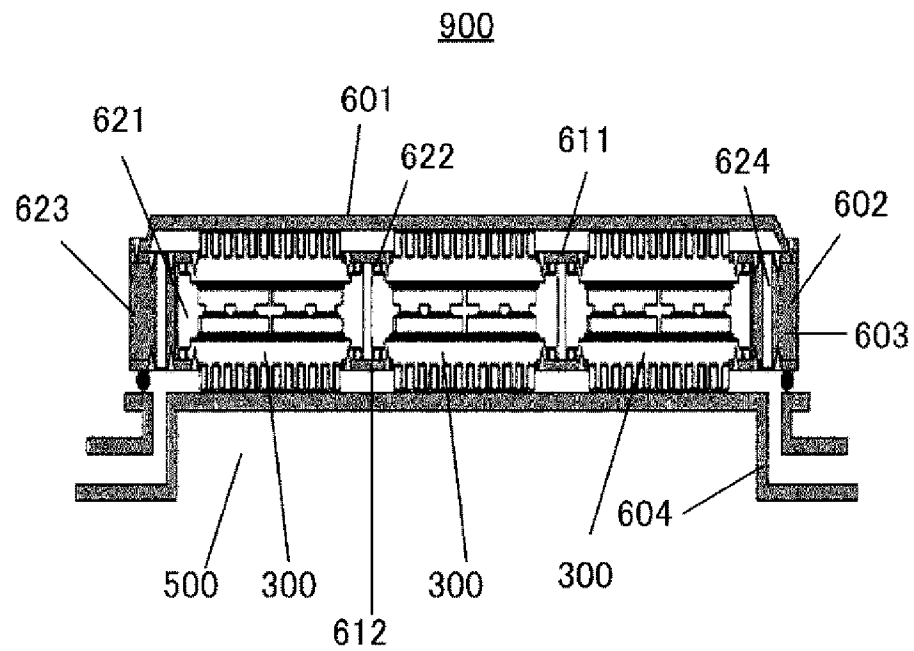
[図16]

【図16】



[図17]

【図17】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L25/07 (2006.01) i, H01L25/18 (2006.01) i, H02M7/48 (2007.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L25/07, H01L25/18, H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/033295 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 02 March 2017, entire text, all drawings & US 2018/0254235 A1, entire text, all drawings & EP 3343603 A1 & CN 107924885 A	1-7
A	WO 2018/056213 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 29 March 2018, entire text, all drawings & DE 112017004776 T5 & CN 109804465 A	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 September 2019 (13.09.2019)

Date of mailing of the international search report
01 October 2019 (01.10.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024210

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/132847 A1 (HITACHI, LTD.) 11 September 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L25/07, H01L25/18, H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2017/033295 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2017.03.02, 全文, 全図 & US 2018/0254235 A1, 全文, 全図 & EP 3343603 A1 & CN 107924885 A	1-7
A	WO 2018/056213 A1（三菱電機株式会社）2018.03.29, 全文, 全図 & DE 112017004776 T5 & CN 109804465 A	1-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.09.2019

国際調査報告の発送日

01.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川原 光司

5 F

5382

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2015/132847 A1 (株式会社日立製作所) 2015. 09. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7